

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

В.В. Таран, к.т.н., доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. Основанием при возведении многоэтажных зданий и зданий повышенной этажности с использованием монолитного железобетона является монолитная железобетонная фундаментная плита. Основным принципом сооружения монолитного здания – возведение отдельных конструктивных элементов из бетонной смеси при использовании специализированной опалубки прямо на месте строительства. С целью повышения качества и эффективности выполнения работ оценено влияние факторов производства, ограничивающих возведение конструкции. Предложены рекомендации по минимизации влияния этих факторов, что позволяет повысить эффективность выполнения работ. Технология возведения монолитной фундаментной плиты объединяет простые и сложные технологические процессы. Степень сочетания процессов оказывает влияние на эффективность технологии возведения конструкции.

Ключевые слова: бетон, монолит, плита, фундамент, технология, факторы



**Таран Валентина
Владимировна**

Строительство объектов из монолитного железобетона представляет собой возведение высокопрочного каркаса от фундаментной плиты до конструкций верхнего этажа. По технологическим особенностям монолитные фундаментные плиты наиболее устойчивы к воздействию техногенных факторов окружающей среды, менее подвержены сейсмическому воздействию.

Вес надземной части здания передается на фундамент, происходит перераспределение нагрузки, что автоматически устраняет проблемы неравномерной осадки. Работы по возведению фундамента здания являются основополагающими. От них зависит строительство на последующих этапах и в целом эксплуатирование здания в дальнейшем на протяжении многих лет. Рассматривая в целом общую стоимость строительства объекта, доля фундамента составляет 20–30 %, и последствия неграмотного решения при устройстве фундамента накладывают дополнительные затраты.

В основе каждой исследовательской работы лежит огромный опыт, накапливаемый годами, поэтому разработку новых, более эффективных способов работы, способов снижения трудозатрат и денежных затрат, поиск усовершенствованных технологий и применение их на практике гораздо удобнее осуществлять, опираясь на накопленный опыт зарубежных и отечественных учёных и инженеров.

Различные литературные источники способствуют поиску и усовершенствованию той или иной отрасли строительной и проектировочной практики.

На данный момент проблематика возведения монолитных конструкций освещена во многих научных, учебных изданиях. Значительный вклад в изучение взаимодействия процессов, повышения производительности труда и снижения трудозатрат за счёт использования новых технологий в этой области строительства внесли многие отечественные учёные и инженеры: Афанасьев А.А. [1], Гусаков А.А. [2], Гончаренко Д.Ф. [3], Егнус М.Я., Левинзон А.Л. [5], Ершов М.Н., Лapidус А.А., Теличенко В.И. [6], Тонкачев Г.Н. [9], Югов А.М. [8] и др.

Авторами произведён анализ особенностей и обзор возведения различных зданий и сооружений, включая принципы выбора того или иного типа фундамента в зависимости от условий строительства, способы возведения различных типов фундаментов. Это сопровождается анализом требуемых видов опалубочных систем.

Сравнение технико-экономических показателей возведения классических монолитных плит и монолитных плит кессонного типа показывает, что по сравнению со стандартной монолитной плитой кессонная требует меньших затрат бетона. Это отражается существенно и на стоимости возведения фундамента.

Литературный обзор позволил выявить используемые принципы и методы возведения монолитных фундаментных плит.

Выбор рациональной технологии возведения монолитной фундаментной плиты здания за счёт применения инновационных технологий и материалов позволяет снизить материальные и трудовые затраты, а также повысить уровень производительности работ.

Конструктивное решение фундаментов принимается исходя из несущей способности основания и веса сооружения в целом. В зависимости от свойств грунта, наличия подработок в сейсмоопасных районах строительства при повышенной этажности зданий и других факторах принимается решение возводить монолитную фундаментную плиту (сплошной фундамент). Фундаментные плиты обеспечивают жесткость здания и совместную работу фундамента и надземной части сооружения. Сплошные фундаменты снижают неравномерность осадки сооружения.

По конструктивному решению фундаментная монолитная плита устраивается как гладкая плита (с устанавливаемыми по необходимости сборными стаканами под колонны) или с местными утолщениями в виде «подколонника», расположенного по верхней или по нижней грани плиты, так ребристая плита или плита коробчатого сечения.

При выборе способа бетонирования плиты учитываются ее размеры в плане, толщина, степень армирования, возможность механизации производства работ, объемы поставки бетонной смеси.

Армирование фундаментных плит выполняется сварными сетками в два и более слоя. Возможно применение арматурных каркасов одним из способов: укладка горизонтальных сеток и установка поддерживающих каркасов; предварительное объединение плоских горизонтальных сеток и поддерживающих каркасов в пространственный самонесущий арматурный блок.

Применяются различные опалубочные системы исходя из геометрических размеров, принятой технологии производства работ, климатических условий. Фундаментные плиты бетонируют с использованием несъемной опалубки, разборно-переставной из унифицированных элементов.

Подача арматурных каркасов и опалубочных панелей большой площади с помощью монтажных кранов. Крепление опалубочных элементов и арматур-

ных изделий должно быть надежным и выдерживать технологические нагрузки от бетонной смеси, механизмов, машин, рабочих и инвентарных приспособлений.

Необходимая скорость бетонирования определяется из условия, что ранее уложенная порция бетонной смеси перекрывается последующей с соответствующим виброуплотнением до начала схватывания бетона в обеих зонах [7].

Комплексный процесс по возведению монолитных фундаментных плит состоит из вспомогательных, основных и контролирующих процессов, взаимно увязанных между собой [3].

Монолитная фундаментная плита кессонного (ванного) типа представляет собой пересекающиеся балки одинакового сечения, монолитно связанные с плитой. Углубления между балками называются кессонами. Кессонный фундамент является усовершенствованным видом плитного фундамента. При возведении такого типа фундамента опалубочные работы также имеют некоторые особенности: опалубка по периметру фундамента монтируется только с внешней стороны. Внутри устанавливается опалубка только для перекрестных железобетонных ребер.

В углубления кессонной фундаментной плиты могут быть установлены модульные опалубочные системы, например, такие как «Мультимодуло» (рис. 1), «Iglu» (рис. 2), «Atlantis» (рис. 3) [10, 11, 12, 13]. За счёт этого расходуется значительно меньше бетона.



Рис. 1. Совмещение армирования фундаментной плиты с системой «Мультимодуло»

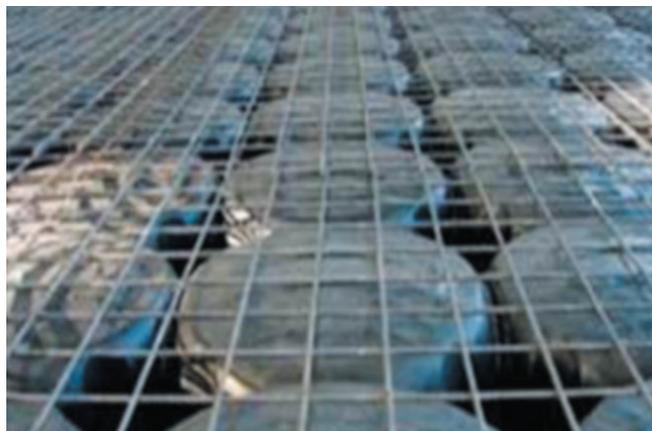


Рис. 2. Процесс бетонирования фундаментной плиты с применением опалубочной системы «Iglu»



Рис. 3. Возможность варьирования высотой системы «Atlantis»

Расчёт такого типа фундамента требует большего внимания, чем расчёт сплошного монолитного фундамента. Кессонные фундаменты возводятся при необходимости получения жесткого фундамента в случае расположения здания недостаточно жесткой конструктивной схемы на неравномерно сжимаемом основании.

При возведении здания из монолитного железобетона исходят из директивного срока его строительства в целом [4]. Бетонирование как ведущий процесс влияет на сроки выполнения опалубочных и арматурных работ, которые находятся в тесной технологической от него зависимости.

Обоснование выбора эффективных технологических решений возможно лишь после систематизации технологических процессов и факторов, определяющих технологию и организацию выполнения работ.

Для принятия решения о наиболее экономически и технологически выгодном варианте устройства фундаментной плиты необходимо рассмотреть факторы влияния на технологический процесс. Особое внимание необходимо уделить факторам, ограничивающим процесс возведения конструкции.

Данные факторы влияют как на качество отдельно возводимых конструкций, так и здания в целом.

Технологический процесс устройства монолитной фундаментной плиты представляет сложную систему, на которую влияет большое количество различных факторов. Степень влияния этих факторов на трудоемкость и продолжительность технологического процесса неодинакова, что в результате оказывает влияние и на изменение стоимости конечной строительной продукции [5]. К факторам, влияющим на технологический процесс устройства монолитной фундаментной плиты, относятся следующие:

1. Объемно-планировочные и конструктивные параметры объекта:
 - размер ячеек в осях
 - высота этажа
 - полезная нагрузка
 - этажность здания
 - высота здания
2. Конструктивные параметры фундаментной плиты:
 - шаг несущих конструкций
 - конструктивная схема фундаментной плиты
 - толщина плиты
3. Решения по организации:
 - размер захватки
 - интенсивность процесса

- количество захваток
 - отдаленность заводов
 - сроки строительства
4. Климатические условия:
- температура воздуха
 - скорость ветра
 - регион строительства
 - сезонность

5. Производственные факторы:
- степень унификации
 - индустриализация
 - нормоконкомплект орудий труда
 - комплект машин и механизмов

6. Ограничивающие факторы.

Основные показатели и меры их предупреждения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Факторы, снижающие качество конструкции, и способы их предупреждения

Факторы, снижающие качество конструкции	Меры устранения ограничивающих факторов
Неисправность техники	Организовать техосмотры и ремонты механизмов в период их передислокации с объекта на объект
Брак по вине других рабочих	Организовать посменную приемку работ
Брак от указаний техперсонала	
Брак материала	
Брак по другим причинам	Обеспечивать приготовление смеси без посторонних примесей
Обеспечение указаниями (техническая документация)	Не планировать выполнение разнородных операций в течение полусмен. Обеспечить инструментальный контроль выполняемых работ
Обеспечение фронтом работ	Организовать выполнение работ в ритме утвержденного потока, с учетом открывающихся и резервных фронтов работ
Обеспечение энергоресурсами	Обеспечить наличие резервных линий электрообеспечения объектов при выполнении больших объемов работ
Обеспечение орудиями труда	Предусматривать в ППР и готовить полный набор инвентаря и приспособлений с учетом индивидуальных особенностей конструкций
Обеспечение материалами	Почасовой график доставки бетона
Нарушение трудовой дисциплины	Организовать и разместить на расстоянии не более 300 м строительные бытовые городки и сеть пунктов питания с достаточным количеством посадочных мест. Оборудовать городки санитарно-бытовыми устройствами согласно действующим нормам Установить порядок, при котором линейные ИТР находятся на местах работы при начале и окончании смен
Отвлечение средств	Применять современные опалубочные системы, в т. ч. несъемную
Взаимодействие техники между собой	Не планировать и не выполнять грузоподъемными механизмами работ, технологически не связанных с бетонированием
Взаимодействие техники с рабочими	Проводить инструктажи по технике безопасности перед каждым процессом, связанным с монтажом при помощи техники
Частота возвратов на рабочий процесс	Обеспечивать наличие на объекте (конструктиве) до начала бетонирования отметок, разметку и фиксацию вкладышей, закладных и накладных деталей
Сменяемость фронта работ и рабочего места	Организовать начало бетонных работ только при фронте работ, объем которого обеспечивает загрузку бригад в течение смены

Технология выполнения работ определяет, в каком порядке и каким способом должен протекать производственный процесс, основой которого является сочетание трех основных элементов любого производства: трудовых ресурсов (живого труда), материальных ресурсов (предметов труда) и технических средств (средств труда).

Технология возведения монолитной фундаментной плиты объединяет простые и сложные технологические процессы, различающиеся по основным элементам производства. Эффективность технологий зависит от уровня взаимодействия процессов. Чем выше степень их сочетания, тем эффективнее технология возведения конструкции.

Ожидаемая эффективность характеризуется проектными показателями, которые содержат информа-

цию о конструктивно-технологических особенностях возводимой фундаментной плиты. Поэтому для анализа и принятия решения из всей совокупности показателей в первую очередь следует выделить те из них, которые содержат наибольшее количество интересующей информации, т. е. более информативные (или важные).

При возведении монолитной фундаментной плиты существует ряд факторов, негативно влияющих на надёжность и трудоёмкость ее устройства (рис. 4).

Применение автобетононасоса или стационарного бетононасоса с распределительной стрелой позволяет интенсифицировать процесс бетонирования. При использовании схемы «кран-бадья» скорость подачи бетона существенно ниже, чем у бетонона-

соса, что может привести к увеличению перерыва в бетонировании.

Негативным моментом применения стационарного бетононасоса с бетоноводом является трудность отсоединений и присоединений звеньев бетоновода, а также возможность повреждения арматурных каркасов во время сборки и разборки звеньев бетоновода. Например, падение на каркас звена бетоновода приводит к тому, что каркас выгибается из плоскости и, кроме того, отсоединяются некоторые хомуты от продольной арматуры каркаса. Данные повреждения связаны, прежде всего, с высокой гибкостью каркасов из плоскости, что обусловлено особенностями технологического процесса.

На основании рассмотренных конструктивно-технологических решений параметров монолитных фундаментных плит определены основные факторы, влияющие на технологический процесс по ее устройству. Степень влияния этих факторов различна. Особое внимание при возведении фундамента следует уделить ограничивающим факторам, снижающим качество конструкции.

Разработанная блок-схема факторов, негативно влияющих на надёжность монолитной фундаментной плиты и трудоёмкость ее устройства, позволяет определить причинно-следственную зависимость их влияния.



Рис. 4. Причинно-следственная блок-схема факторов, негативно влияющих на надёжность монолитной фундаментной плиты и трудоёмкость ее устройства

Список литературы:

1. Афанасьев А.А. Интенсификация работ при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона / Александр Алексеевич Афанасьев. – М.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
2. Выбор проектных решений в строительстве/ А.А. Гусак, Э.П. Григорьев, О.С. Ткаченко и др.; под ред. А.А. Гусакова. – М.: Стройиздат, 1982. – 268 с.
3. Гончаренко Д.Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий / Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. – К.: А+С, 2013. – 128 с.
4. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. – К.: МінрегіонУкраїни, 2014. – 30 с.
5. Егнус М.Я., Левинзон А.Л. Оценка технологичности проектных решений жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1975. – 64 с.
6. Еришов М.Н., Лапидус А.А., Теличенко В.И. Технологические процессы в строительстве. Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 128 с.
7. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 192 с.
8. Таран В.В. Исследование факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений устройства облегченной монолитной плиты перекрытия / В.В. Таран, А.М. Югов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Natural/VDnabia/2009-4/32taran.pdf>
9. Тонкачев Г.Н. Моделирование конструктивных решений монолитных плит перекрытий с использованием легких вкладышей / Г.Н. Тонкачев, В.В. Таран // Містобудування та територіальне планування: зб. наук. пр. – К.: КНУБА, 2009. – Вип. 35. – С. 443–448.
10. The BubbleDeck® technology – The Biaxial Hollow Slab. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bubbledeck.com/>
11. VOIDFORM® WAFFLE RAFT SLAB SYSTEM. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.barnesplastics.co.nz/VoidForm.html>
12. Вентилируемые фундаменты Iglu. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://innos.su/ventiliruemye-fundamenty-iglu.html>
13. Система Atlantis. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aziendainfiera.it/files/immagini/prodotti/daliform/casseforme-intercapedini-aerate-atlantis-madeexpo/Atlantis-ru-catalogo.pdf>



Устройство облегченной монолитной плиты перекрытия с вкладышами в виде призм из пенополистирола

Патент на полезную модель UA №32799, МПК (2006) E04B 5/00 E04B 5/08

Разработчики:

д.т.н., профессор А.М.Югов, к.т.н., доцент В.В. Таран

Содержание проекта

В качестве закладных материалов применяются призмы из пенополистирола размером 1,0 × 1,0 × 0,14 м, плотностью более 25 кг/м.куб.

Обязательным условием совместной работы арматурной сетки, бетона плиты и плит пенополистирола является обеспечение защитного слоя бетона арматуры со стороны пустот.

Для контроля проникновения бетона в нижние слои плиты перекрытия в середине призмы предусматриваются круглые отверстия Ø100 мм, которые служат для отвода воздуха из нижней зоны плиты.

На заранее установленную и выверенную опалубку укладываются стержни арматуры с заданным шагом как в продольном, так и в поперечном направлении с последующей их увязкой в арматурные сетки. Причем раскладка происходила с учетом защитного слоя бетона не менее 10 мм. Следующий технологический процесс - раскладка образующих пустоты материалов. При раскладке пенополистирольных призм осуществляется формирование балок в теле плиты, к которым может прикладываться местная повышенная нагрузка.

Поверх пустотообразователей через фиксаторы укладываются арматурные стержни верхней зоны плиты с использованием серийных фиксаторов защитного слоя бетона со стороны вкладыша.

В связи с малыми размерами защитного слоя бетона применяется мелкозернистый бетон класса по прочности С20/25...С25/30. Бетонная смесь при укладке имеет осадку конуса 10...13 см, что соответствует подвижности ПЗ. Уплотнение бетонной смеси выполняется при помощи вибраторов с одновременным контролем обеспечения защитного слоя нижней арматурной сетки через отверстия в призмах пустот.

Экономический эффект в виде снижения стоимости 1 м.кв. перекрытия составил 20%.